

# **REMAINING CAPACITY METER FOR BATTERY**

Publication number: JP6059003 (A)

Publication date: 1994-03-04

Inventor(s): SASAKI TORAHIKO

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP

Classification:

- international: G01R19/165; G01R31/36; G01R19/165; G01R31/36; (IPC1-7): G01R31/36; G01R19/165

- European:

Application number: JP19920214406 19920811

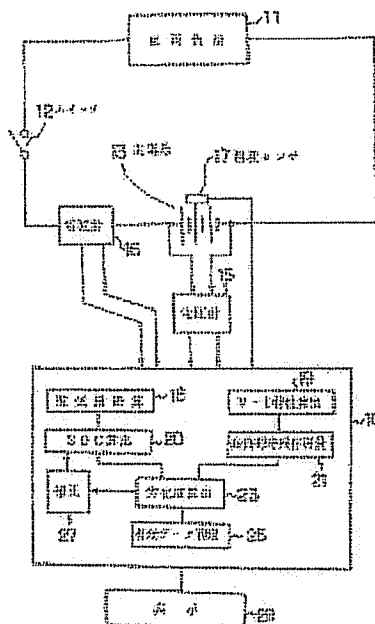
Priority number(s): JP19920214406 19920811

Also published as:

JP3006298 (B2)

## **Abstract of JP 6059003 (A)**

**PURPOSE:** To provide a remaining capacity meter for a battery capable of accurately measuring the remaining capacity of a battery in operation of an electric automobile. **CONSTITUTION:** The voltage and the current of a main battery 13 is detected by a voltmeter 15 and an ammeter 16. When a current from the main battery 13 is not less than 0.75C and still the current is increasing (in a state of heavy load), V-I characteristic is detected in a calculation means 19 for V-I characteristic by taking in the current and the voltage at that time. The relation between both of them is preliminarily detected and memorized and then the remaining capacity of the main battery 13 is calculated out from the actually detected V-I characteristic and the accumulated relation. An SOC is calculated out by a quantity of electricity integrating system with an SOC calculation means 20, and a deterioration degree is calculated out from the SOC and the foregoing remaining capacity. A fully charged capacity in the quantity of electricity integrating system is compensated for on the basis of the deterioration degree to calculate out the SOC, thereby preventing the generation of an error due to the quantity of electricity integrating system to increase accuracy of measurement.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-59003

(43) 公開日 平成6年(1994)3月4日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 R 31/36  
19/165

識別記号

片内整理番号

A 7324-2G  
M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全13頁)

(21) 出願番号 特願平4-214406

(22) 出願日 平成4年(1992)8月11日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐々木 虎彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

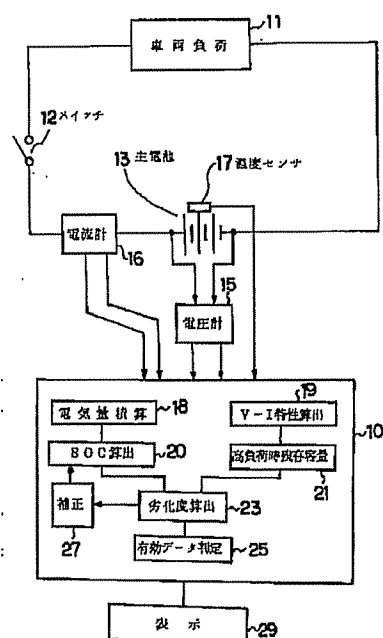
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電池残存容量計

(57) 【要約】

【目的】 電気自動車の運転中における電池残存容量を適確に検出できる電池残存容量計を提供する。

【構成】 電圧計15及び電流計16により主電池13の電圧及び電流を検出する。主電池13からの電流が0.75C以上であり、この電流量が増加している状態(高負荷状態)にあるときに、V-I特性算出手段19において、その時の電流と電圧を取り入れて、V-I特性を検出する。両者の関係を予め求めておき記憶しておき、実際に求められたV-I特性と記憶されている関係とから、主電池13の残存容量の算出を行う。一方で、SOC算出手段20により電気量積算方式でSOCを算出し、このSOCと上述の残存容量とから劣化度を算出する。そしてこの劣化度に基づいて電気量積算方式での満充電時容量を補正してSOCを算出することにより、電気量積算方式による誤差の発生を防止して測定精度を向上させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気自動車用の電池残存容量計であつて、

電池の放電電流を検出する電流検出手段と、

この電流検出手段で検出された放電電流の変化状態を検出する変化状態検出手段と、

電池の放電時における放電電圧を検出する電圧検出手段と、

前記電流検出手段および変化状態検出手段の検出結果より、放電電流が所定値以上であり、かつ放電電流が増加しているという条件が満足されているか否かを判定する条件判定手段と、

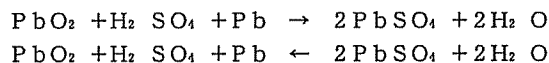
この条件判定手段により前記条件が満足されていると判定された時に、そのときの電流および電圧と、予め設けられている放電電流および放電電圧に対する残存容量を示すマップに基づいて高負荷時残存容量を算出する高負荷時残存容量検出手段と、

満充電時から放電された電気を積算することにより使用中の電池の充電状態を算出する充電状態検出手段と、

前記高負荷時残存容量検出手段により算出された高負荷時残存容量と、前記充電状態検出手段により算出された充電状態から該電池の満充電状態の電池容量を推定する電池容量算出手段と、

算出された電池容量と公称容量とを比較することにより、該電池の劣化度を算出する劣化度算出手段と、を含むことを特徴とする電池残存容量計。

【請求項2】 請求項1記載の電池残存容量計において、更に、劣化度算出手段によって算出された劣化度に\*



上記反応式において、右に進む場合が放電反応であり、左に進む反応が充電反応である。この式から明らかなように、正極側活物質である $\text{PbO}_2$ も、負極側活物質である $\text{Pb}$ も、放電によって $\text{PbSO}_4$ （固体）となり、充電によってそれぞれ元の状態に戻る。そして、この鉛電池においては、充電によりほぼ完全に元の状態に戻るために、多数回（約1000回程度）の充放電を繰り返すことも可能である。

【0005】ところで、電池を電気自動車のエネルギー源として用いる場合に問題となるのが充電状態である。エネルギー源である電池の残りの放電能力が判らなければ、電気自動車の可能な走行距離がつかめず、最悪の場合には充電施設がないところで車がストップしてしまうなどという事態も生ずることになってしまうからである。

【0006】ここで、電池の残存容量を測定する方法として、電気量積算方式による測定方法がある。電気量積算方式では、満充電状態から使用した電気量を減じていくことにより電池の充電状態を算出する。

【0007】ところが、多数回の充放電が可能な鉛電池

\* 基づいて前記充電状態検出手段で検出された充電状態を補正する補正手段を含むことを特徴とする電池残存容量計。

【請求項3】 請求項1又は2記載の電池残存容量計において、前記劣化度算出手段は、前記使用中の電池の充電状態が80%～20%のときの電池の充電状態と高負荷時残存容量とを用いて電池の劣化度を算出することを特徴とする電池残存容量計。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の電池残存容量計において、電池の劣化度が一定とみなせる所定の短期間中における高負荷時残存容量の変化状態に基づいて前記充電状態検出手段の検出結果を補正する補正手段を含むことを特徴とする電池残存容量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電気自動車用電池の電池残存容量計、特に電池の劣化度を利用した放電電流量積算方式の充電状態検出の補正に関する。

【0002】

【従来の技術】電気自動車においては、駆動用のモータのエネルギー源として電池を搭載することが必要であり、この電池としては、充電可能な二次電池が利用される。鉛電池はその二次電池の代表的なものであって以下のような構成を有している。

【0003】 $\text{PbO}_2 \mid \text{H}_2\text{SO}_4 \mid \text{Pb}$

この鉛電池は現在では最も広く使われている蓄電池であつて、基本的な反応は次の通りである。

【0004】

であっても、充放電を繰り返すことによって劣化する。電池が劣化すると、満充電状態での電池の容量が減少し、この状態で電気量積算方式を用いると測定精度に誤差が生じる。この誤差は、劣化度の増大に伴い増大していく。

【0008】一方、例えば特開昭63-261179号公報においては、大電流時の電池の微分内部抵抗（電流変化と電圧変化の関係）が残存容量と相関のあることを利用して、電池の残存容量を求めるとともに、充電状態と相関のある設定電圧到達時の平均充電電流を組み合わせで電池の劣化度および充電状態を検出している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、充電時の電圧が一定になるのは、充電を定電流一定電圧方式で行ったとしても充電の末期である。したがって上記従来方法は、充電末期の状態が頻繁に生じる自動車の補機電池に適用することはできるが、電気自動車のエネルギー源としての電池に適用することはできない。さらに、上記従来例では、大電流時をエンジン始動時としているが、これも電気自動車には適用できない。

【0010】本発明の目的は、上記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、電気自動車に好適な電池残容量計を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】以上のような課題を解決するために、本発明に係る電気自動車用の電池残容量計であって、電池の放電電流を検出する電流検出手段と、この電流検出手段で検出された放電電流の変化状態を検出する変化状態検出手段と、電池の放電時における放電電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段および変化状態検出手段の検出結果より、放電電流が所定値以上であり、かつ放電電流が増加しているという条件が満足されているか否かを判定する条件判定手段と、この条件判定手段により前記条件が満足されていると判定された時に、そのときの電流および電圧と、予め設けられている放電電流および放電電圧に対する残容量を示すマップに基づいて高負荷時残容量を算出する高負荷時残容量検出手段と、満充電時から放電された電気量を積算することにより使用中の電池の充電状態を算出する充電状態検出手段と、前記高負荷時残容量検出手段により算出された高負荷時残容量と、前記充電状態検出手段により算出された充電状態から該電池の満充電状態の電池容量を推定する電池容量算出手段と、算出された電池容量と公称容量とを比較することにより、該電池の劣化度を算出する劣化度算出手段と、を含むことを特徴とする。

【0012】また、劣化度算出手段によって算出された劣化度に基づいて前記充電状態検出手段で検出された充電状態を補正する補正手段を含むことを特徴とする。

【0013】更に、前記劣化度算出手段は、前記使用中の電池の充電状態が80%～20%のときの電池の充電状態と高負荷時残容量とを用いて電池の劣化度を算出することを特徴とする。

【0014】そして、電池の劣化度が一定とみなせる所定の短期間における高負荷時残容量の変化状態に基づいて前記充電状態検出手段の検出結果を補正する補正手段を含むことを特徴とする。

【0015】

【作用】以上のような構成を有する本発明の電池残容量計においては、高負荷時残容量検出手段により、後述するように、所定のタイミングにおいて高負荷時残容量が検出される。一方、その高負荷時残容量が検出された時点の電池の充電状態は、充電状態検出手段により、電気量積算方式によって算出される。次に、ある時点の電池の充電状態と高負荷時残容量が算出されることにより、電池容量算出手段において、該電池の満充電時の容量が算出される。そして、劣化度算出手段により、この容量と公称容量とが比較されて電池の劣化度が求められることになる。

【0016】そして、充電状態検出手段で使用される満

充電時の電池容量を、劣化度算出手段によって算出された劣化度に基づいて補正することにより、劣化度が算出される度に、電気量積算方式で生じる誤差が補正されることとなる。よって、電気量積算方式で常時計測する充電状態についての誤差の発生を防止することができる。

【0017】また、電池の充電状態が80%～20%のときの電池の充電状態と高負荷時残容量とを、電池の劣化度を算出するためのデータとして用いることで、電池放置時の自己放電等により生じるズレを修正する補正を行う必要がなくなる。

【0018】更に、電池の劣化度が一定の間は、そのときの高負荷時残容量の変化を使用して電池の充電状態を補正する手段により、充電状態の方を補正する。これにより、電池の劣化度の算出が、電気量積算方式で生じる誤差に基づいて行われることがなくなり、また、電気量積算方式で生じた誤差が実測データ（電池の高負荷時残容量）に基づいて適宜修正されることとなる。

【0019】ここで、電池の高負荷時残容量を検出するにあたっては、条件判定手段において、放電電流が所定値以上であり、かつ放電電流が増加しているという条件が満足されているか否かが判定される。そして、この判定結果により、条件が満足されている時に、予め設けられている放電電圧と残容量のマップに基づいて、検出電圧および電流から電池高負荷時残容量を算出する。これにより、電圧と電池残容量の間の良好な相関がある状態になった時に、電池高負荷時残容量が算出されることとなり、正確な残容量の測定が行える。

【0020】特に、本発明においては、放電電流が増加している時にのみ高負荷時残容量の測定を行う。これは、放電電流が所定値以上でありかつ放電電流が増加している場合には、電圧電流特性と残容量の関係に良好な相関が存在するという知見に基づいている。そして、この条件によって、残容量の測定の精度が向上されている。なお、放電電流が減少している条件下では、電圧電流特性と残容量の間の良好な相関は維持されない。

【0021】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図に基づいて説明する。

【0022】・装置の構成

図1は、本発明の好適な一実施例に係る電池残容量計の構成を示すブロック図である。図に示されているように、本実施例に係る電池残容量計10は、電気自動車の駆動用モータ等の車両負荷11にスイッチ12を介し電力を供給する主電池13の両端の電位差を検出する電圧計15と、主電池13から流れる電流を測定する電流計16と、主電池13の温度を監視する温度センサ17と、に接続されている。そして、電池残容量計10は、電圧計15と電流計16とからデータを取り込む電気量積算手段18及びV-I特性算出手段19を含み、電気量積算手段18はSOC算出手段20に接続されて

5

おり、V-I特性算出手段19は高負荷時残存容量算出手段21に接続されている。ここで、SOC算出手段20は、電気量積算手段18から出力されるデータを取り入れて主電池13の充電状態(SOC)を算出し、高負荷時残存容量算出手段21は、V-I特性算出手段19から出力されたデータを取り入れて電池の高負荷時残存容量を算出する。

【0023】SOC算出手段20と高負荷時残存容量算出手段21は、共に劣化度算出手段23に接続されており、この劣化度算出手段23において、SOC算出手段20で算出され出力された主電池13の充電状態と、高負荷時残存容量算出手段21で算出され出力された主電池13の高負荷時残存容量とを基にして主電池13の劣化度が算出される。劣化度算出手段23には、有効データ判定手段25が接続されており、ここでSOC算出手段20及び高負荷時残存容量算出手段21から出力されるデータの中で劣化度の算出に有効なデータが判定され選択されるようになっている。劣化度算出手段23は、SOC算出手段20で用いられるパラメータ(満充電状態での電池容量)の補正を行う補正手段27に接続され、これによりSOC算出手段20で充電状態の算出に用いられるパラメータが、劣化度算出手段23で算出された劣化度に基づいて補正されるようになっている。

【0024】SOC算出手段20或いは劣化度算出手段23で得られたSOC、残存容量、劣化度等の情報は、表示装置29で表示される。

#### 【0025】・電池の充電状態の算出

主電池13の充電状態(SOC)は、電気量積算手段18及びSOC算出手段20において、電池放電電流の積算に基づく電気量積算方式により算出される。算出された充電状態(SOC)は、必要に応じて表示装置29に表示される。なお、この充電状態の算出の詳細については、後述する。

#### 【0026】・電池の高負荷時残存容量の算出

図2は、主電池13の残存容量が一定の時の電池電圧と放電電流の関係を示すグラフである。このグラフにおいては、一定の残存容量として120Ah(SOC=80%)と75Ah(SOC=50%)の場合を例として挙げている。

【0027】この図2に示されているように、加速時であり、しかも主電池13から流れ出る電流の大きさが0.75C以上の場合には、電池の残存容量が一定であれば、電池電圧と電流との間には非常に良好な相関関係がある。一方、主電池13からの電流の大きさが0.75C以下である場合やコースティング時には、電池電圧と電流との間に十分な相関関係がみられない。ここで、加速中は駆動用のモータの出力トルクを上昇させるため、時間の経過に伴って電流が増加していく。従って、主電池13から流れ出る電流の大きさが0.75C以上

6

でかつそれが増加している高負荷時には、その時の電池電圧と電流の値を測定すれば、電池の残存容量が求められることになる。このようにして測定された残存容量を高負荷時残存容量とすれば、これは電池の残存容量を正確に表しているといえる。

【0028】V-I特性算出手段19は、電流計16で検出される電流の値が所定値以上であり、かつ主電池13から流れる電流が増加しているか否かを判断する。また、高負荷時残存容量算出手段21は、電圧および電流と電池の残存容量の相関関係を示すマップを備え、所定の放電電流で放電されたときの主電池13の放電電圧から主電池13の高負荷時残存容量を算出する。

【0029】ここで、図3は、図1に示す本実施例の高負荷時残存容量算出手段21の動作を示すフローチャートである。図に示されているように、まず、V-I特性算出手段19は電流計16から出力される放電電流Iを取り込む(S101)。次に、放電電流Iが所定値以上であるかを判断する(S102)。この所定値としては、例えば0.75C(この0.75Cは満充電状態の主電池13を1/0.75=1.33時間で放電してしまう電流を意味する)が採用され、これはかなり高い電流値である。S102で所定値以下であった場合には、このデータは利用できないため、データをクリアし(S103)、S101に戻る。

【0030】一方、S102において、主電池13の放電電流が所定値以上であると判断された場合には、そのときの主電池13の電圧を電圧計15から取り込む(S104)。そして、所定時間(図示の例では、2秒、通常の加速はこの程度の時間継続されるものであり、また所定値以上の電流上昇のためにはこの程度の時間が必要だからである)経過したか否かを判定し(S105)、経過していなかった場合にはS101に戻り、これを繰り返す。従って、この2秒の間に電流値が0.75Cを下回った場合には、データはI、V共にクリアされる。そして、放電電流Iが0.75Cを下回らず2秒を経過した場合には、この2秒間の電流変化 $dI/dt$ を計算する(S106)。そして、この電流変化が、所定値以上か(例えば2秒間で0.75C→1.2Cの増加があったか)否かを判定する(S107)、電流Iの増加量が所定値以上でなかった場合には、取り込んだデータV、Iをクリアし(S108)、S101に戻る。これは、後述するように、電気自動車における主電池13のV-I特性と残存容量の関係を調べたところ、放電電流Iが大きいだけでなく、これが増加しているときに、特に良い相関が得られるという知見に基づいている。なお、S106、107の処理は、2秒後の電流量が所定値例えば1.2Cを上回っているか否かの判定によってもよい。

【0031】放電電流が所定値以上の増加率であった場合には、放電電流Iと電池電圧Vの関係(V-I)特性

を基にして主電池の残存容量（高負荷時残存容量）を算出する（S109）。すなわち、放電電流  $I$  が所定値以上であり、かつ放電電流の増加率  $dI/dt$  が所定値以上である高負荷加速時においては、電圧電流特性（ $V-I$  特性）と、電池の残存容量には良好な相関がある。このため、放電電流の変化に対する電池電圧の変化を示す直線の勾配と電池残存容量の関係を予めマップとして記憶しておき、測定データから求められた勾配からマップをひき電池の残存容量を求めたり、特定の放電電流値における電圧値と残存容量の関係をマップとして記憶しておき、測定データから得られた電圧値からマップを引き高負荷時残存容量を算出することができる。この時、残存容量計10には温度センサ17からの電池の温度も供給されている。なお、電池電圧と残存容量の相関関係は、温度依存性を有する。このため、高負荷時残存容量算出の際に、このような温度依存特性を利用し、温度センサ17により検出された温度に基づいて算出された高負荷時残存容量を補正すればよい。

【0032】図4は、以上のような条件を満足する場合（高負荷時）の電池電圧と電池の残存容量関係を示す図である。なお、このときの主電池13の放電電流は1.3Cである。このように、所定電流時の電圧と電池の残存容量には良い相関がある。したがって、例えば、電流1.3Cの時の電池電圧と残存容量の関係をマップに記憶しておき、実際の走行における電流1.3Cの際の電圧を求めれば、マップを基に電池の残存容量を求めることができる（上記S105）。そして、このようにして、残存容量を求めるのは、上述のように、 $V-I$  特性と残存容量に良好な相関があるときだけなので、求められた残存容量は信頼性の高いものとなる。

【0033】そして、上述のような条件は、発進時、高速走行における加速時、登坂時等通常の走行時において生じるため、電池の高負荷時残存容量を適当な頻度で計測できる。

【0034】さらに、本実施例では、所定時間における電流値および電圧値を記憶している。このため、任意の電流値における電圧値はこの記憶している値から推定（または補間）により求めることができる。そこで、実際には1.3Cにおける電圧値を測定していなくても1.3Cの時の電圧値を求め、求められた値から高負荷時残存容量を算出することができる。さらに、測定された電圧、電流値から両者の相関を求め、相関が所定値以下であった場合には、高負荷時残存容量の算出を中止しても良い。

#### 【0035】・劣化度算出

主電池13の充電状態と高負荷時残存容量とが検出されると、これらの値を用いて電池の劣化度を検出することが可能になる。すなわち、図5に示されるように、高負荷時残存容量に対応する充電状態のデータをいくつか集めそれらをプロットすることにより、充電状態100%

のときの主電池13の残存容量（実際の満充電時の残存容量、つまり主電池13の放電容量）を推定することができる。そして、この主電池13が満充電時の残存容量を当該主電池13の公称容量で割ることにより、使用中の主電池13の劣化度が算出される。この算出動作は、劣化度算出手段23が、SOC算出手段20から出力された主電池13の充電状態と、高負荷時残存容量検出手段21から出力された主電池13の高負荷時残存容量とを入力して行う。ここで、高負荷時残存容量を算出できるタイミングは限られているので、この劣化度の算出は、高負荷時残存容量が算出できる条件下においてのみ行われることになる。

【0036】図6は、異なる充電状態の電池を放置した場合の電池電圧の変化を示したものである。この図6においては、主電池13が1時間放置された場合と5時間放置された場合の電池電圧の変化を示している。なお、この場合において外気温とは30℃であり、電池電圧とは1.3Cの電流で放電したときの電池電圧である。ところで、放電電流が一定であるにもかかわらず電池電圧が変化するということは、主電池13の残存容量が正確に算出されないということになるが、この図6から明らかなように、充電状態（SOC）が80%以下の場合には、1時間放置後も5時間放置後も電池電圧に変化が生じない。そこで、本実施例においては、有効データ判定手段25により、充電状態が80%以下のときのデータで劣化度が算出されるように、取り込まれるデータの範囲を制限している。従って、本実施例に係る電池残存容量計10においては、有効データ判定手段25により、充電状態が80%以上の場合のデータが排除され、充電状態が80%以下のデータのみが劣化度の算出に用いられるようになっている。これにより、電池の放置により生じる誤差を排除し、劣化度算出の精度を向上させることができるようになっている。一方、電池の充電状態が20%以下になると、そのときの電池の内部の状態による電流電圧の変化や積算電力の検出誤差等の影響が大きくなり、正確に劣化度を測定できなくなる。そこで、本実施例では、充電状態が20%～80%のときのデータが劣化度の算出に用いられるようになっている。

#### 【0037】・電気量積算手段の補正

そして、このようにして算出された主電池13の劣化度は、補正手段27に出力され、この補正手段27は、主電池13の劣化度に基づいて、SOC算出手段20でSOCの算出に用いられる満充電時の電池容量の補正を行う。これにより、主電池13の劣化度に応じた充電状態が算出されることになり、電気量積算式で算出される充電状態の精度が向上するようになる。電気量積算方式は検出が容易であり、かつ常時検出ができる一方で、電池の劣化により誤差が生じやすい。本実施例に係る電池残存容量計10においては、主電池13の高負荷時残存容量が検出される度にこれを記憶しておき、適当な頻度

(例えば10回の高負荷時残存容量とそのときのSOCの測定)で、劣化度が算出されてSOC算出のための満充電時の電池容量が補正されるので、電気量積算方式の精度が維持されることとなる。そして、この補正されたSOCを基に電池の残存容量を常に正確に知ることができる。

【0038】なお、図7に示されるように、主電池13の容量は温度依存性がある。この図では、温度30℃の場合の検出残存容量を100%とし、同一の残存容量を他の温度で検出した場合の比を示している。そこで、温度センサ17からのデータに基づいて、検出した高負荷時残存容量を補正し、それに基づいて主電池13の劣化度が算出されるようになっている。

【0039】ここで、図8は主電池13の劣化度を算出するときの動作を示すフローチャートである。

【0040】まず、主電池13の放電電流や電池電圧のデータが入力され(S201)、主電池13の温度が検出されると(S202)、主電池13の高負荷時残存容量と充電状態が算出される(S203)。このS203における充電状態の算出は、SOC算出手段20における電気量積算方式によって行われる。すなわち、残存容量は、満充電時の電池容量から放電電気量を減算して算出している。

【0041】次に、キースイッチがオンであった場合に(S204)、主電池13の高負荷時残存容量は算出できるような状態、すなわち主電池13から出力される電流値が0.75C以上でありかつそれが増加している場合には(S205)、高負荷時残存容量算出手段21がそのときの電流量、電圧値に基づいてマップを参照することにより高負荷時残存容量を算出する。この算出された高負荷時残存容量とS202において得られたSOCより劣化度算出手段23による劣化度の算出が行われる(S207)。なお、有効データ判定手段25による制御によって劣化度が計測されるのは、主電池13の充電状態が20%~80%の間にある場合に制限されている(S206)。S205において、主電池13の高負荷時残存容量を算出しないと判断された場合には、S203で算出された電気量積算方式により求められた残存容量と充電状態と共に、前回以前の劣化度が表示されるが、主電池13の高負荷時残存容量が高負荷時残存容量算出手段21で算出された場合には、劣化度算出手段23で算出された劣化度とが表示されることになる(S208)。なお、劣化度の算出は、上述のように適当な頻度で行うと良い。

【0042】さらに、残存容量も高負荷時残存容量検出手段21において検出したもので更新しても良い。この場合には、上述のS203で得られる残存容量をこの検出結果により修正し、この修正された残存容量からその後の放電電気量の積算値を減算することによって残存容量を算出すると良い。また、SOCについても同様に修

正すると良い。

【0043】これらの表示が行われた後、又はS204においてキースイッチがオフであると判断された場合には、主電池13が充電中か否かが判断され(S209)、充電中であった場合には主電池13が満充電になったか否かが監視され(S210)、満充電となった場合には電気量積算方式において電気量積算のカウント値を満充電容量値にリセットする。(S211)。

#### 【0044】・充電状態の補正

ここで、主電池13が満充電されれば、図8のS211に示されるようリセットが行われるが、満充電まで充電が行われない場合にはリセットが行われない。従って、比較的短期間の間に満充電まで行かない充放電を数多く繰り返したような場合には、電気量積算方式による誤差が累積する可能性がある。

【0045】一方、電池の通常の使用状態において、電池の劣化度は急激に変化するものではないため、一度劣化度を測定したならば、その後暫くの間は劣化度を測定する必要はない。また、上述のように短期間の間に細かな充放電を繰り返した場合には電気量積算方式による誤差が累積するため、この方式により算出されたSOCに基づいて劣化度の算出を行うのはむしろ妥当でない。これよりもむしろ、ある時に測定され算出された劣化度とこの後短期間の間に測定され算出された劣化度との間に食い違いが生じた場合には、電気量積算方式により算出されたSOCの方に誤差が発生していると判断するほうが妥当である。

【0046】そこで、本実施例においては、一度電池の劣化度を測定してから短期間しか経過していない場合には、電池の劣化度に変化がないものと見なし、電池の劣化度を固定し、これに基づいて電気量積算方式により算出された充電状態(SOC)のほうを補正するようにしている。これにより、充放電が繰り返され、満充電に至るまでの期間が長く、電気積算方式に基づく誤差が累積する条件下でも精度の高い、SOC、残存容量の検出が可能である。

【0047】すなわち、満充電に至る充電が行われずに、走行を長く続けていると、電気量積算と、実際の放電量の差に基づく誤差が徐々に累積してくる。このため、測定されるSOCと高負荷時残存容量測定手段21から得られる高負荷時残存容量から満充電時の電池容量を算出すれば、実際とは異なったものになってしまう。すなわち、そのときの算出されたSOCと、高負荷時残存容量測定手段21から得られる残存容量の関係を示せば、図9に破線で示すように、実際の両者の関係からずれが発生している。そこで、本実施例では電気量積算をこのような補正は、図9に示されるように、電気量積算方式により生じた誤差の累積に基づくずれを平行移動させることにより行うようにしている。

【0048】上記したような補正は、劣化度が一定と見

なされる場合に、主電池13の高負荷時残容量と充電状態に基づく劣化度の算出を行わずに、この一定と見なせる劣化度から主電池13の充電状態を求め、これにより電氣量積算方式で算出された充電状態を修正するものである。このような補正の動作の流れが、図10のフローチャートに示されている。電氣量積算方式によりSOCの算出が行われた場合には(S301)、主電池13の劣化度が一定と見なせるかどうか判断される(S302)。ここで、主電池13の劣化度が一定と見なせる状態というのは、前述したように、前回の劣化度測定から短期間しか経っていない場合や、前回の満充電からの走行距離または時間がそれ程大きくないような場合である。

【0049】劣化度が一定と見なせる場合には、高負荷時残容量算出手段21において主電池13の残容量が測定され(S303)、この残容量に基づいて主電池13の充電状態(SOC)が求められ、このSOCと電氣量積算方式により算出されたSOCとが一致するか否かが判断され(S304)、一致しなかった場合には、電氣量積算方式により算出されたSOCが補正され

#### 【0050】・SOCの算出

次に、図11は、電氣量積算方式により電池の充電状態SOCを求めるときのデータの取り込みとデータの流れを示す説明図である。

【0051】まず、S401において、放電電流 $I_d$ のデータが電流計16から逐次取り込まれて、主電池13の放電電量 $Q_d$ が算出される。一方、S402においては放電時間 $t_d$ が取り込まれて自己放電により損失した電氣量 $Q_{le}$ が算出される。このS402においては、自己放電電量 $Q_{le}$ を算出するにあたって自己放電率と温度の関係を示すマップ51が参照される。すなわち、そのときの温度における自己放電率SDに放電時間 $t_d$ を乗算して自己放電電氣量 $Q_{le}$ を算出する。温度のデータは温度センサ17から取り込まれる。

【0052】S403においては、充電電量 $Q_c$ が求められる。すなわち、充電電流 $I_c$ を充電時間で積分し、これに充電効率 $\eta_c$ を乗算することによって充電電量 $Q_c$ を算出する。このときには、充電効率 $\eta_c$ は電池の充電状態SOCのデータと、温度のデータとからマップ52を参照して得ている。電池が実際に放電できる電氣容量(標準容量)は、自己放電量に依存する。そこで、S405において、公称容量 $A_h$ から自己放電電量 $Q_{le}$ を引くことによって標準容量 $Q_0$ が求められる。また、電池が放電できる容量は、放電電流によって変化する。このため、S404においては、放電電流と容量の変化の関係を示すマップ53を参照して、前記標準容量 $Q_0$ に容量変化率 $K$ を乗ずることによって主電池13の有効容量が求められる。また、S407では、上述の放電電流の電流依存性を示すマップ53を利用して、実際に利用可能

な電池の満充電容量である有効満充電容量が算出される。

【0053】残容量 $Q_r$ は、有効容量 $Q_0$ に、充電された充電電量 $Q_c$ を加算し、これから放電された電流量 $Q_d$ を減算することにより求められる(S408)。そして、この残容量 $Q_r$ を、有効満充電容量 $A_h$ で割ることによって電池の充電状態が求められる(S409)。なお、このようにして電氣量積算による電池の充電状態(SOC)および残容量を算出することができる。

【0054】そして、ここで算出されたSOCと、高負荷時残容量算出手段21において得られた残容量から劣化度算出手段23において劣化度を算出し、公称容量を劣化度をによって補正し、S407の有効満充電容量算出を行うことにより、正確なSOC算出を行うことができる。

#### 【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る電池残容量計においては、常時算出を行えるが電池の劣化の影響が大きく誤差の累積が生じやすい電氣量積算方式の欠点と、電池の劣化の影響が小さく精度が良いが常時算出の行えない残容量測定方法の欠点を共に解消できる。すなわち、本発明においては、電池の残容量は電氣量積算方式により常に表示されるので、運転者は電池の残容量を常時知覚することができ、この一方で、所定のタイミングでこの電氣量積算方式により生ずる誤差が、電池の劣化の影響が小さく精度の良い残容量測定方法により補正されるので、常時精度の良い残容量を得ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例に係る電池残容量計の構成を示すブロック図である。

【図2】電池電圧と電流の間に良好な相関関係が存在することを示すグラフである。

【図3】図1に示す電池残容量計の動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】電池電圧と残容量のマップの一例を示すグラフである。

【図5】劣化度の算出を行うときの動作を説明するグラフである。

【図6】電池放置後の電圧電流特性の変化を示すグラフである。

【図7】温度に対する電池容量の変化を示すグラフである。

【図8】電池の劣化度を算出するときの動作を示すフローチャートである。

【図9】電氣量積算方式により生じる充電状態の誤差を補正するときの動作を説明する図である。

【図10】電氣量積算方式により生じた電池の充電状態の誤差を補正するときの動作の流れを示すフローチャー



トである。

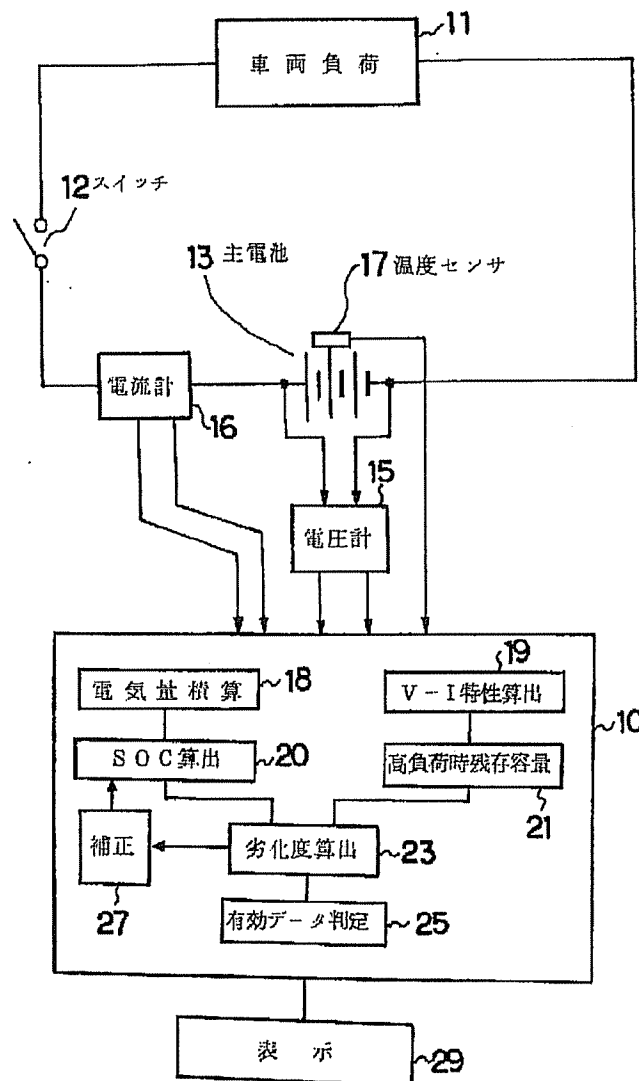
【図11】電池の充電状態を算出するときの動作の流れを示す図である。

【符号の説明】

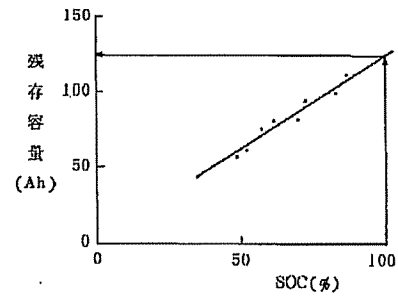
- 10 電池残存容量計
- 13 主電池
- 15 電圧計
- 16 電流計

- 17 温度センサ
- 18 電気量積算手段
- 19 V-I特性算出手段
- 20 SOC算出手段
- 21 高負荷時残存容量算出手段
- 23 劣化度算出手段
- 25 有効データ判定手段
- 27 補正手段

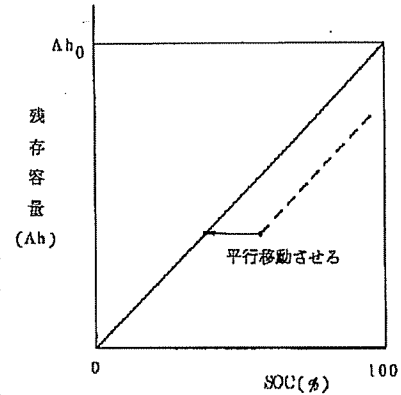
【図1】



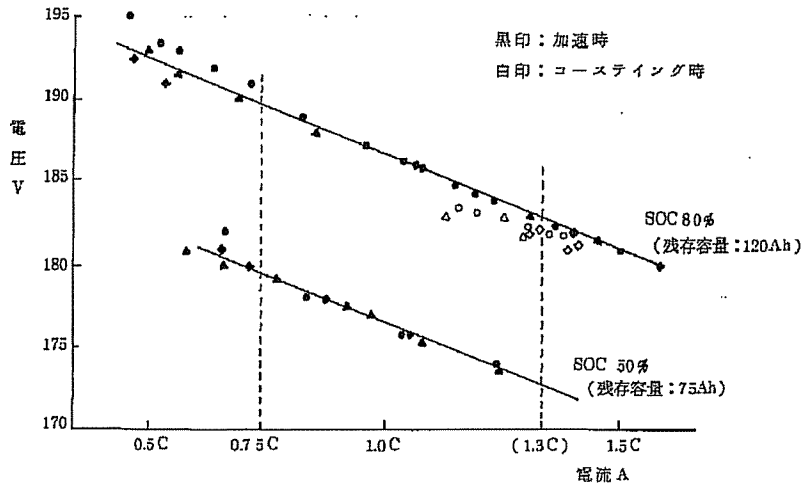
【図5】



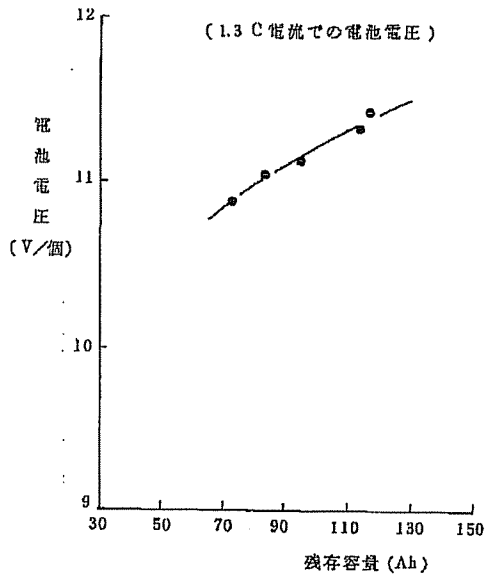
【図9】



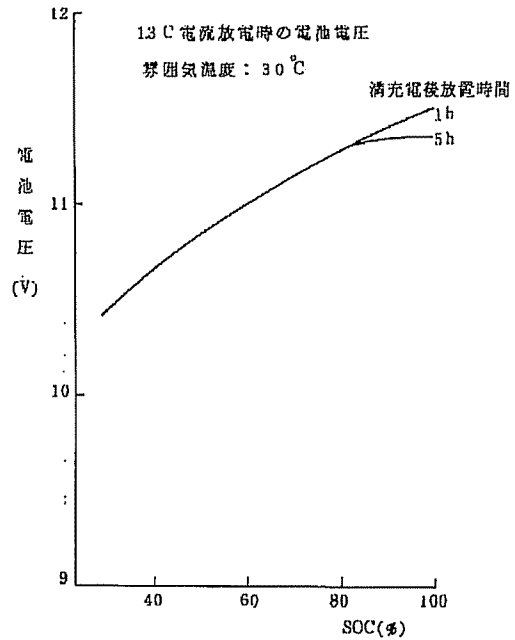
【図2】



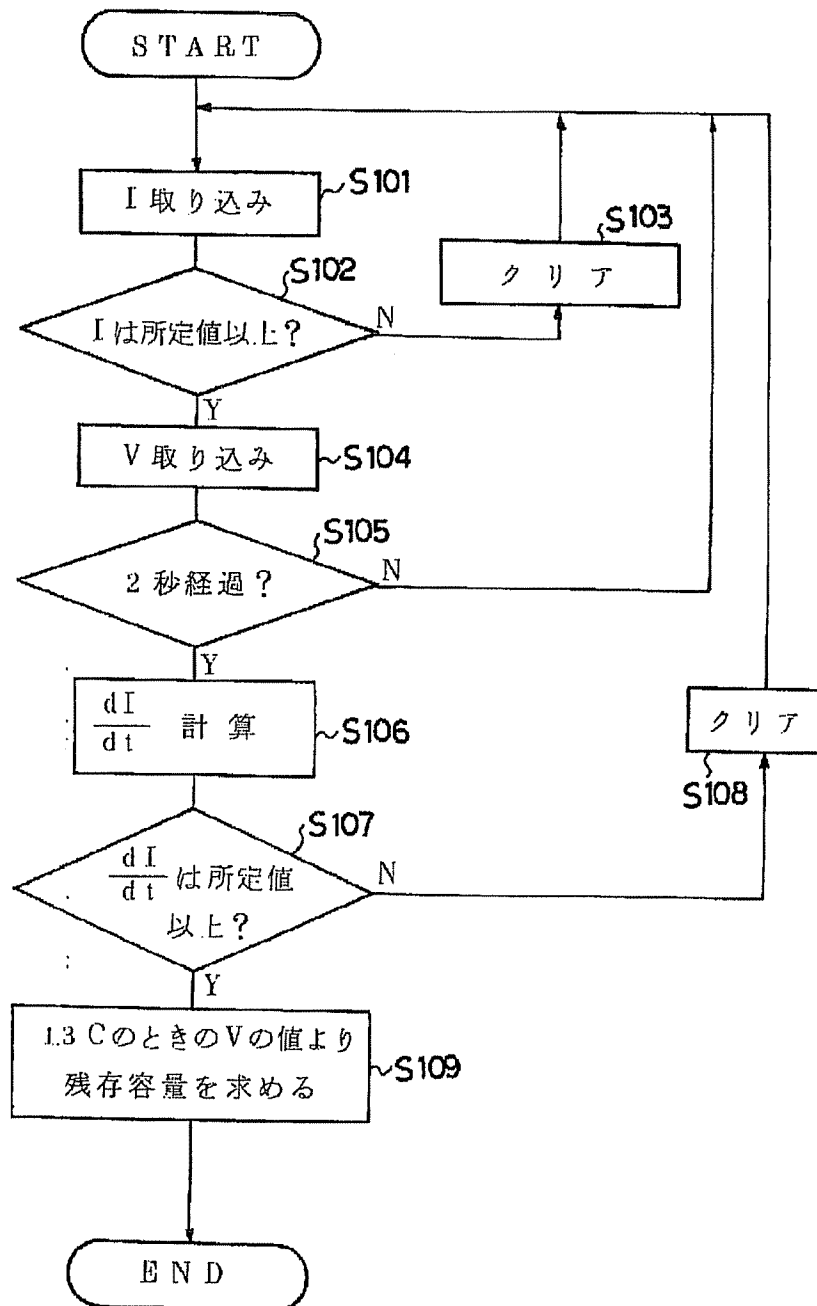
【図4】



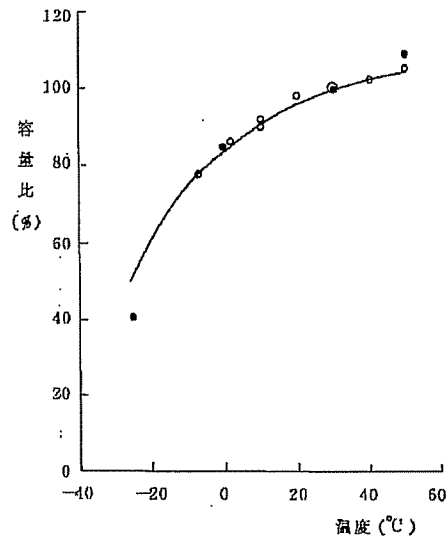
【図6】



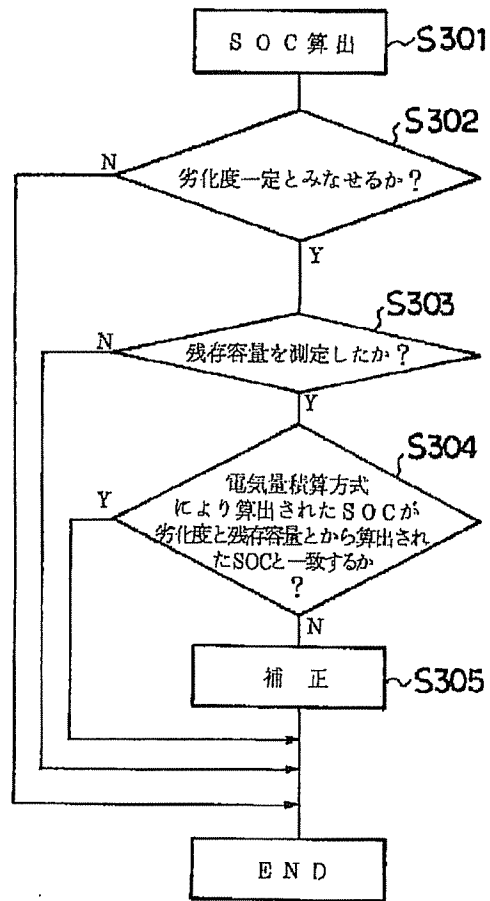
【図3】



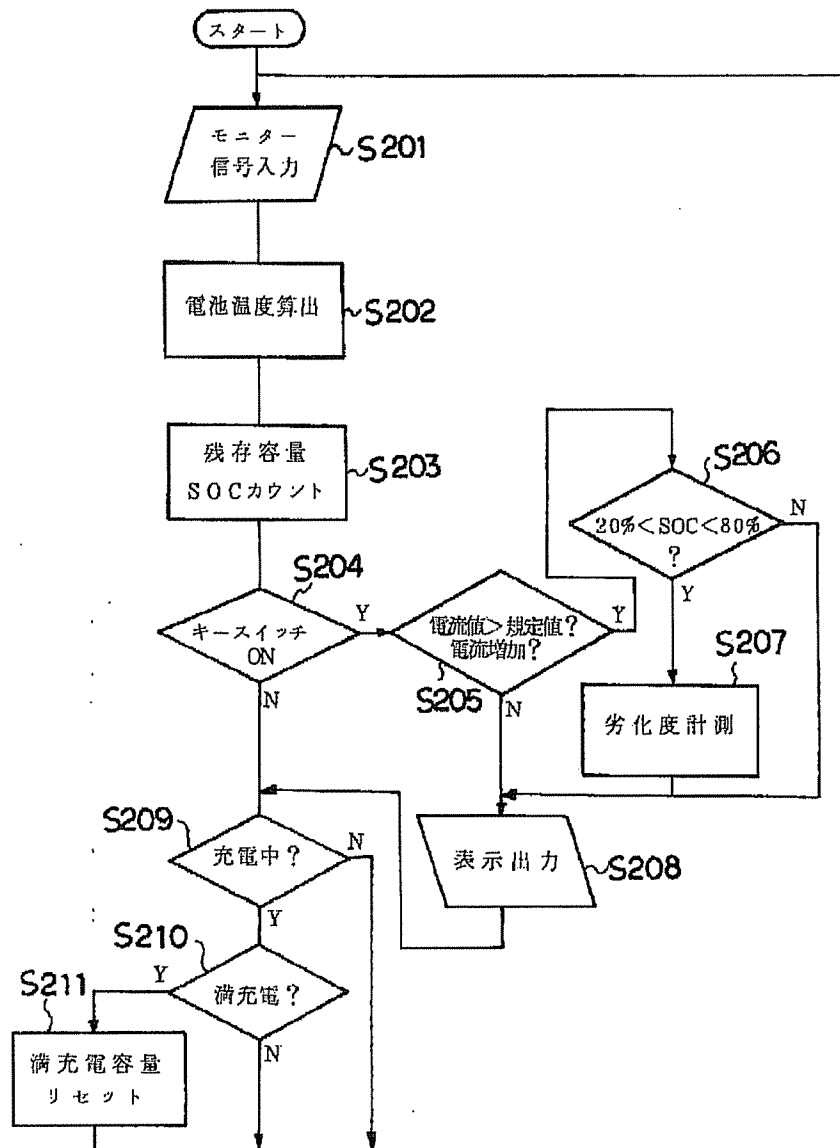
【図7】



【図10】



【図8】



【図11】

